



PUUN MODIFIOINNIN KEHITTÄMINEN - PUMOK

Olli Paajanen, Juho Peura ja Hannu Turunen

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU – PUULABORATORIO

© Tekijä(t) ja Mikkelin ammattikorkeakoulu

Kansikuva: Darcmedia

Muut kuvat: kirjoittajat

Paino ja taitto: Grano Oy

ISBN: 978-951-588-566-1 (nid)

ISBN: 978-951-588-567-8 (PDF)

ISSN: 1458-7629

[julkaisut\(a\)xamk.fi](mailto:julkaisut(a)xamk.fi)

PUUN MODIFIOINTI-HANKEPARI

PUMOK-hankekokonaisuuden tavoitteena oli mahdollistaa kestävien, öljyillä ja vahoilla käsiteltyjen puutuotteiden valmistamisen kustannustehokkaasti. Hankkeissa kehitettiin Mamkin puutekniikan oppimis- ja tutkimusympäristöä ja uusia puutuotteita yritysten tarpeita vastaavasti. Uudistetussa laboratoriossa on mahdollista koevalmistaa ja tutkia puutuotteita, jotka on käsitelty nykyaikaisilla, ympäristöystävällisillä luonnonöljyillä, vahoilla ja hartseilla. Uudenlaisilla kuumakyllästysprosesseilla voidaan parantaa puutuotteiden ominaisuuksia – eli esimerkiksi korvata alumiinirakenteita ikkunoissa tai korvata trooppisia puulajeja ulkokuiluksissa kotimaisella raaka-aineella.

PUMOK-hankepari koostuu kehittämishankkeesta **Puun modifiointilaitteiston kehittäminen** (1.1.2015–31.12.2015) ja **Puun modifioinnin kehittäminen** (1.1.2015–30.11.2016).

Puun modifiointi

Puun modifioinnissa on kyse puun luontaisten ominaisuuksien muokkaamisesta paremmiksi loppukäyttökohteiden näkökulmasta. Puun käytön kannalta tärkeitä ominaisuuksia ovat mm. säänkestävyys, biologinen kestävyys, lujuus ja ulkonäkö. Puumateriaali on hygroskooppista, joten kosteus vaikuttaa puun käyttöön suuresti. Modifiointiprosesseilla voidaan muokata puumateriaalin ominaisuuksia ja vaikuttaa veden ja puun vuorovaikutukseen. Mamkin uudella modifiointilaitteistolla voidaan tehdä useita erilaisia modifiointiprosesseja ja kyllästyskäsittelyjä. Oheisessa kuvassa nähdään miten vesi helmeilee vahakäsitellyllä puupinnalla.

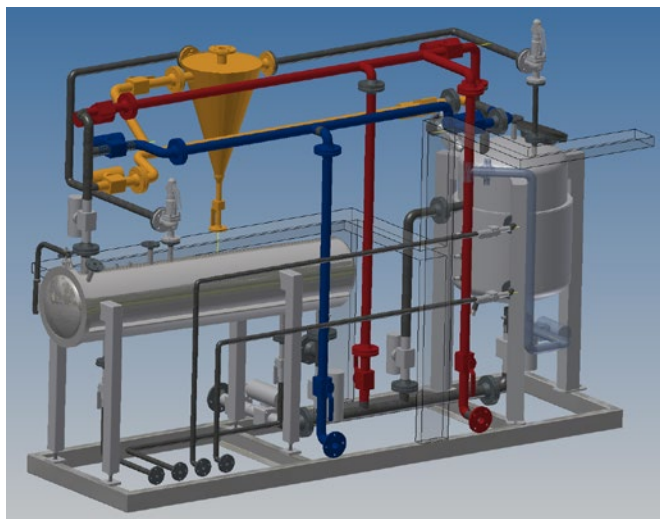


Hankkeeseen osallistuvat yritykset ovat

*Hexion Oy, Tehomet Oy, Karelia-Ikkuna Oy, Kurikka Timber Oy, Lieksan Saha Oy sekä Stora Enso Wood Products Oy Ltd.
Hanketta rahoittaa yritysten lisäksi Etelä-Savon maakuntaliitto Euroopan aluekehitysrahastosta.*

HANKKEISSA RAKENNETTIIN KOELAITTEISTO JA KEHITETTIIN PUUN MODIFIOINNIN KOE-VALMISTUS-, TUTKIMUS- JA TESTAUSYMPÄRISTÖ

Pumok-koelaitteistolla voidaan tehdä useita erilaisia prosesseja. Kuumakyllästyksessä käsiteltävä puumateriaali on lämmityksellä varustetussa kyllästyssylinterissä. Kyllästysaine siirretään lämmityssäiliöstä kyllästyssylinteriin paine-eron avulla. Järjestelmä voidaan paineistaa tyypellä tai vesihöyryllä, jotka toimivat suojakaasuna, jos prosessissa käytetään herkästi syttyviä käsittelyaineita. Laitteisto on kattavasti anturoitu, prosessilaitteiden lisäksi voidaan seurata käsiteltävän puun sisälämpötilaa ja -painetta.



Kuumakyllästysprosessien kehittäminen

Kuumakyllästysprosesseja voidaan tutkia useassa mittakaavassa. Pienillä koekappaleilla saadaan nopeasti perustietoa kyllästeiden käyttäytymisestä prosessissa, mutta lopputuotteen todellinen laatu voidaan todeta vasta käsittelemällä täysimittaisia tuotteita.

Erilaisia kyllästeinä käytettäviä aineita on markkinoilla paljon, mutta esimerkiksi teollisia vahoja käytetään hyvin monenlaisissa prosesseissa ja käyttökohteissa. Tämän vuoksi

niiden soveltuvuutta puun kyllästämiseen ei voida arvioida pelkästään teknisten taulukkoarvojen perusteella, vaan vahojen ominaisuuksia pitää tutkia käytännössä esimerkiksi viskositeetin selvittämiseksi eri prosessilämpötiloissa.

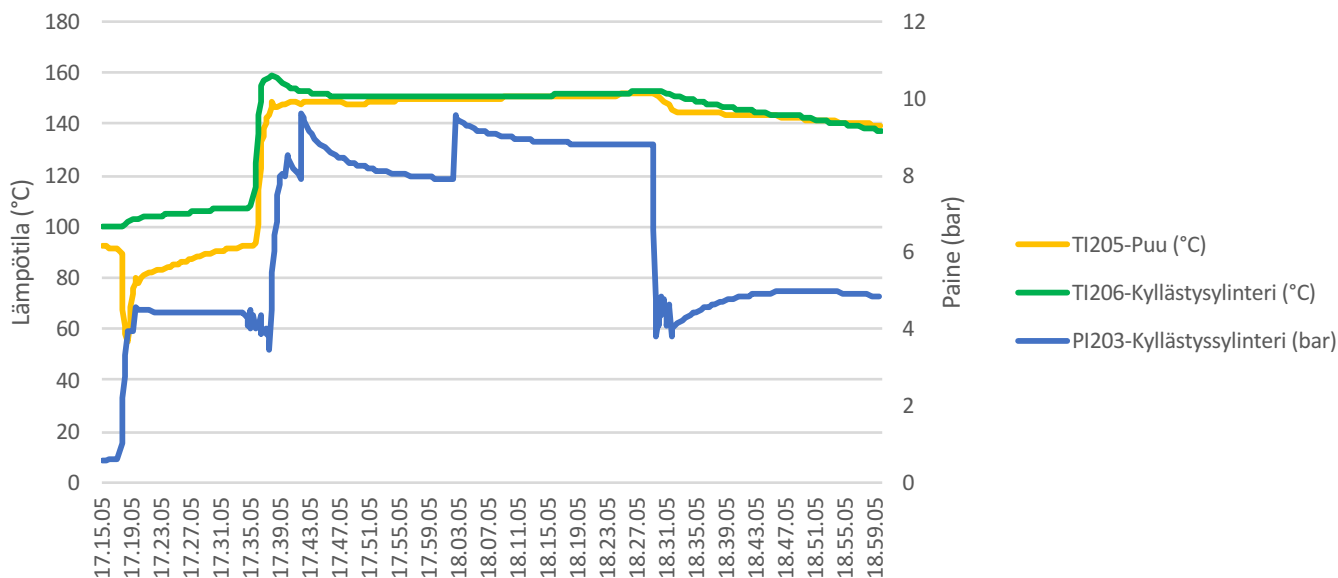
Laitteiston toimintaparametrit

- Lämpötila 200 °C max, käyttöpaine -1 - 16 bar
- Suojakaasu typpi/vesihöyry ja alipainejärjestelmä
- Lämmityssäiliön tilavuus noin 250 litraa, lämmitysteho (2x8 kW) ja jäähdytys (40kW)
- Laitteessa voidaan käsitellä tuoteaihoita ja valmiita tuotteita – maksipituus 2 m, sylinterin halkaisija 380mm
- Laitteeseen on kytkettävissä erillinen 1050 litran lämmitettävä ibc-kontti
- Siemens WinCC ohjauslogiikka, puun sisälämpö- ja paineanturit



LAITTEISTOLLA VOIDAAN TEHDÄ USEITA ERILAISIA PUUTEOLLISUUDEN PROSESSEJA

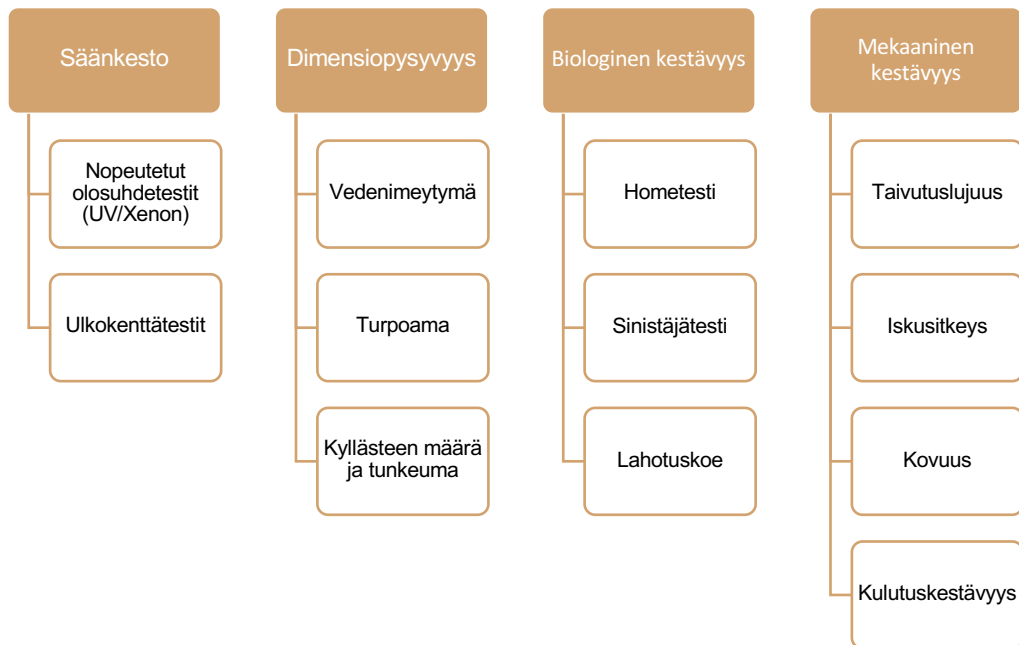
- Kuumavahakäsittelyt
- Kuumaöljykäsittelyt
- Öljy-vahakäsittelyt
- Lämpökäsittely höyryssä tai öljyssä
- Perinteiset painekyllästysprosessit
- Sahatavaran kuivaus
- Kuumakuivaus



Yllä olevassa kuvassa on kuvaaja kuumakyllästyskokeesta. Kokeessa mäntykappaleita kyllästettiin vahalla 150 °C lämpötilassa. Kuvaajassa näkyy puun sisälämpötila sekä kyllästysylinterin lämpötila ja paine prosessin aikana. Sylinteri oli esilämmitetty noin 100 °C lämpötilaan ennen vahakäsittelyn alkua. Käsittelyn aikana lämpötila ja paine kohoaa

nopeasti. Käsittelyaineen tunkeutuessa puuhun sylinterin paine laskee, kunnes noin puolivälissä painejaksoa automaatio jälleen nostaa painetta sylinterissä. Prosessin lopussa on pinnan laadun kannalta tärkeä temperointivaihe. Tämän jälkeen tehdään lopputyhjennys, jossa kylläste siirretään takaisin lämmityssäiliöön.

MODIFIOITUIJEN PUUTUOTTEIDEN OMINAISUUDET PITÄÄ TUTKIA, JOTTA VOIDAAN ARVIOIDA SOVELTUVATKO NE LOPPUKÄYTTÖKOHTEISIIN



OLOSUHDETESTAUKSELLA TUTKITAAN SÄÄN JA AURINGON VAIKUTUSTA PUUMATERIAALIIN

Käsittelyprosessilla on suuri vaikutus tuotteen pinnan laatuun ja ulkonäköön. Pumok-hankkeessa tutkittiin kekeellisesti useiden vahojen käyttöä kuumakyllästysprosesseissa. Tarvittiin lukuisia koeajoja, ennen kuin tuotteiden pinnan laatu saatiin halutulle tasolle. Ulkonäön lisäksi vahatun tuotteen pinnanlaadulla on merkittävä vaikutus sen kestävyteen ulkokäytössä.

Olosuhdetesteillä tutkitaan sään ja auringon vaikutusta puumateriaaliin. Kokeita voidaan tehdä erilaisilla menetelmillä. Standardien EN ISO 16474-1 tai EN 927-6 mukaiset nopeutetut olosuhdetestit tehdään UV-kaapissa. Koekappaleita altistetaan olosuhdevaihteluille (UV-valo ja vesi) standardin määrittelemän testisyklin mukaisesti.

Xenon-kaapin etu olosuhdetestauksessa on luonnon valoa lähellä oleva aallonpituus ja testin nopeus. 600 tuntia kestäväällä testillä voidaan simuloida vuoden ulkoaltistusta Pohjoismaisissa sääolosuhteissa. Standardia ISO 11341 käytetään tutkittaessa maalien ja lakkojen kestävyttä.

Nopeutetuilla olosuhdetesteillä voidaan simuloida tuotteen käyttäytymistä ja kestävyttä eri puolella maapalloa, kun tunnetaan vallitsevat sääolot ja auringonvalon määrä. Perinteiset ulkokenttätestit (esim. EN 927-3) ovat myös tärkeitä kun tutkitaan tuotteiden käyttäytymistä todellisissa ulko-olosuhteissa. Tulosten saaminen kestää pidempään mutta toisaalta teknisiä laitteita ei tarvita ja testiä voidaan jatkaa tarvittaessa jopa vuosikymmeniä.

Mamkin materiaalitekniikan laboratoriossa on käytettävissä lisäksi mm. suolasumukaappi, jolla voidaan tutkia metallikiinnikkeiden toimivuutta ääriolosuhteissa.



MEKAANISILLA TESTEILLÄ VOIDAAN ARVIOIDA PUUTUOTTEIDEN TOIMIVUUTTA LUJUUTTA VAATIVISSA KÄYTTÖKOHTEISSA

Taivutuslujuutta tarvitaan esimerkiksi käytettäessä modifioituja puutuotteita terassirakenteissa. Kuumakyllästysprosessissa käytettävät korkeat lämpötilat voivat heikentää puun rakennetta.

Pumok-hankkeen mittauksissa todettiin prosessiolosuhteiden, kuten lämpötilan ja paineen vaikutuksen näkyvän koetuloksissa. Matalammissa lämpötiloissa käsitellyt kappaleet olivat vähemmän hauraita kuin korkeissa lämpötiloissa käsitellyt. Lopputuotteen ominaisuudet ovat kuitenkin aina kompromissi, johon vaikuttavat raaka-aine, käsittelyaineet ja prosessiolosuhteet. Tuotteen ominaisuudet voidaan optimoida loppukäyttökohteen vaatimusten mukaisesti jos käsittelyprosessi hallitaan hyvin.

Standardia EN 408 Nelipistetaivutus käytetään virheetömien, pienikokoisten (20 x 20 x 380 mm) koekappaleiden lujuusominaisuuksien määrittämiseen, mutta sitä käytetään myös täysimittaisten kappaleiden testaamiseen.

Iskusitkeystestillä ISO 179-1 selvitetään materiaalin ominaisuuksia nopeassa iskumaisessa rasituksessa, jolloin voidaan arvioida materiaalin sitkeyttä ja kovuutta murtumistavan ja mittaesarvojen perusteella.

Kovuutta tarvitaan useissa käyttökohteissa. Puutuotteiden kovuutta tutkitaan pääasiassa kahdella testillä: Brinell EN 1534 ja Janka ASTM D 1037 – 99. Vahakyllästetyn puun kovuuteen voidaan vaikuttaa käytettävällä vahatyypillä sekä prosessiparametreilla.

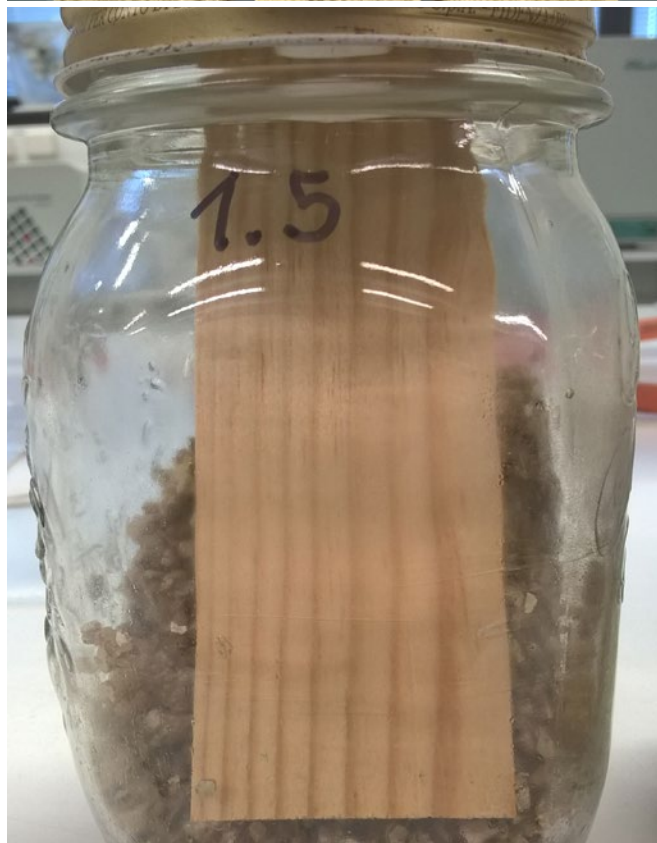
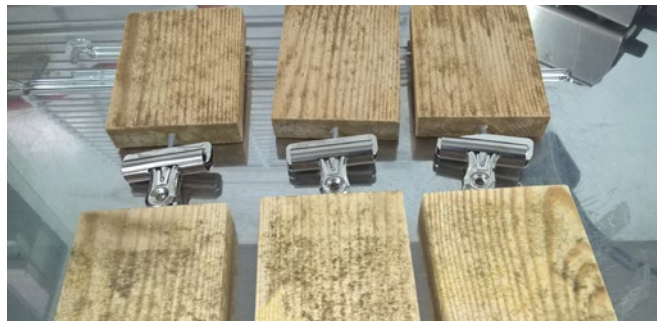


BIOLOGINEN KESTÄVYYS ON TÄRKEÄÄ KÄYTTÖKOhteissa JOISSA PUUTUOTE ON ALTTIINA KOSTEUEDELLE

Ympäristötekniikan laboratoriossa tutkitaan erilaisten biologisten tekijöiden vaikutusta puumateriaaliin.

Pumok-hankkeessa tutkittiin kuumavahakäsitteltyjen kappaleiden kestävyttä. Testeissä havaittiin että mikäli kappaleen pinta on suojattu kauttaaltaan, sinistäjäsieni ei pääse tunkeutumaan puumateriaaliin. Sinistäjäsieni vaikuttaa pääasiassa puumateriaalin ulkonäköön. Hometesti puolestaan kertoo miten testissä käytettävä home kasvaa koekappaleen pinnalla. Hankkeessa tutkittiin ASTM D3273-standardin mukaisella järjestelyllä vahakäsittelyn vaikutusta homeeseen. Tulosten perusteella käytetyllä montan-vahalla ei ole varsinaisia biosidisiä ominaisuuksia. Home kasvaa kappaleen pinnalla, jos olosuhteet ovat otolliset. Homeen syntyminen voidaan parhaiten estää käyttämällä puumateriaali oikein. Edellä mainittua hometestiä ei ollut aikaisemmin tehty Mamkissa.

Laboratoriotestejä on mahdollista toteuttaa eri markkinoilla käytettävien standardien mukaisesti. Esimerkiksi Mamkissa usein toteutetulla lahotustestillä EN 113 tutkitaan käsittelyjen suojaavuutta lahosieniä vastaan. Käytettävissä on sienten kasvattamiseen tarvittava välineistö ja yli 500 näytepulloa. Laboratorio-olosuhteissa biologisten testien kesto vaihtelee riippuen käytetystä standardista. Kokeet kestävät esimerkiksi 4-16 viikkoa. Ulkokoekentällä voidaan tehdä pidempiä maalahoituskokeita. Kenttäkokeiden ja erikoisempien biologisten testien (esim. termiittitesti) toteuttamiseksi puulaboratoriolla on verkosto yhteistyökumppaneita.



MIKKELIN KAMPUKSEN LAITTEITA VOIDAAN HYÖDYNTÄÄ PUUTUTKIMUKSESSA MONIPUOLISESTI

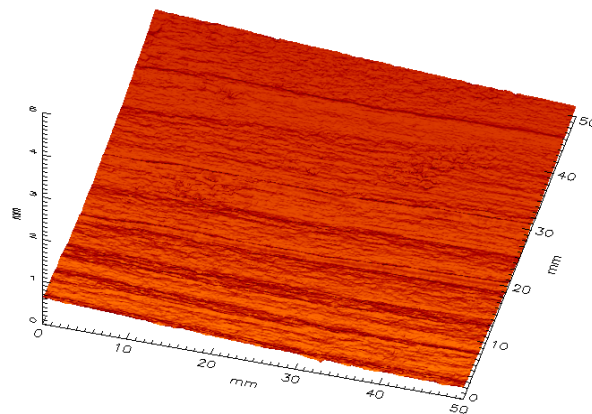
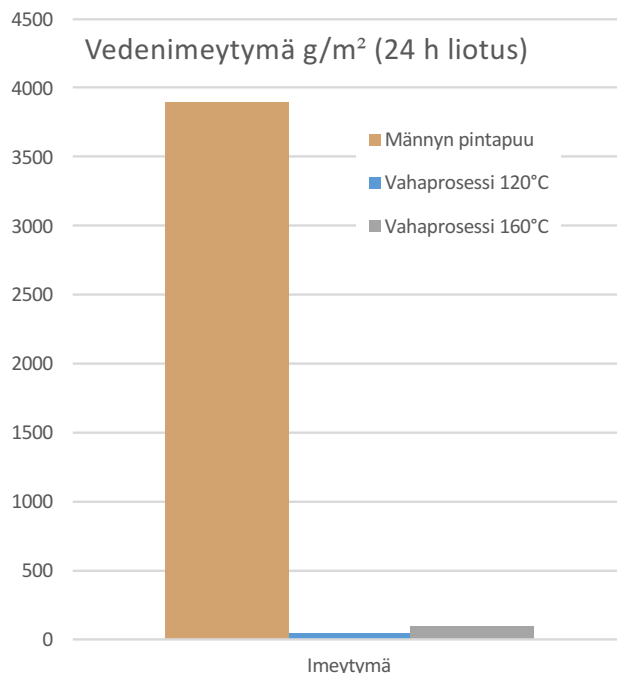
Liotustestillä voidaan selvittää, miten helposti materiaali imee vettä. Viereisessä kuvasta nähdään, että SW-vahalla käsittelet kappaleet imevät hyvin vähän vettä verrattuna referenssinä käytettävään männyn pintapuuhun.

Pumok-hankkeessa tutkittiin kyllästeinä käytettävien vahojen käyttäytymistä korkeissa lämpötiloissa. Faasinmuutoslämpötilat ja esimerkiksi näytteiden leimahduspisteen arviointi ovat tärkeitä suunniteltaessa prosesseja.

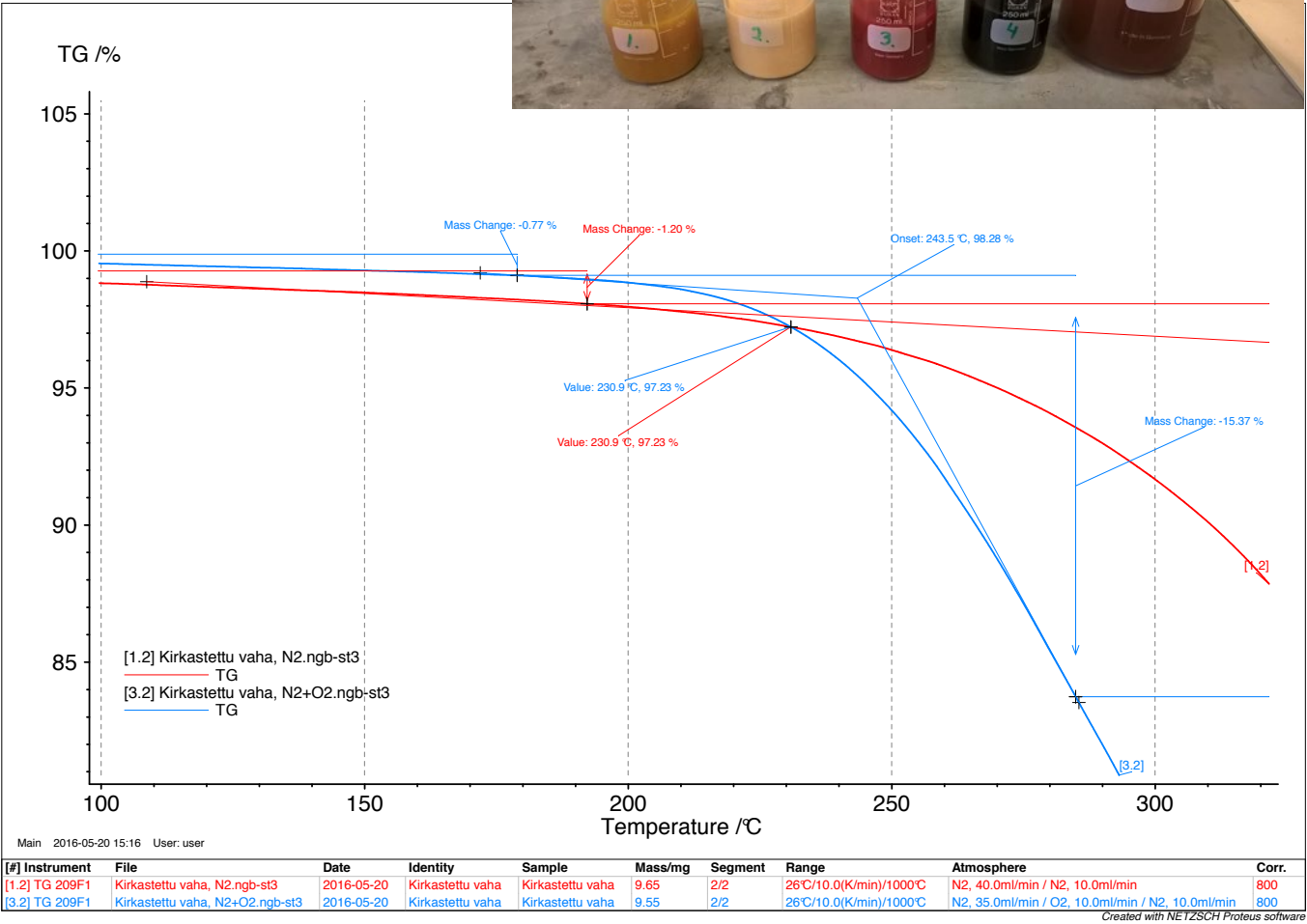
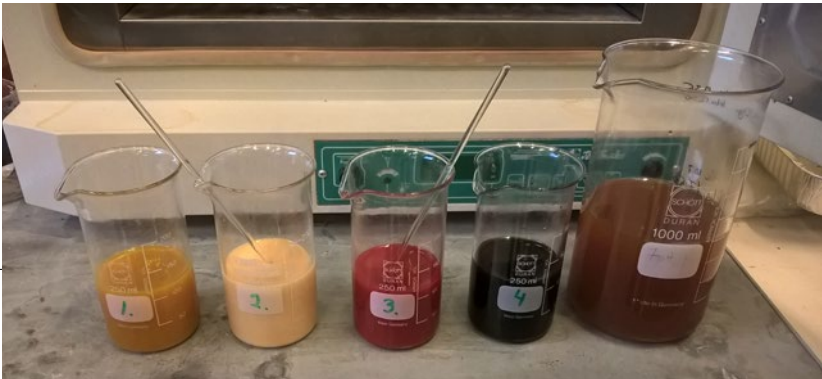
Termogravimetrian (TGA) avulla voidaan tutkia näytteiden termisiä ominaisuuksia. Dynamic Scanning Calorimetry (DSC) puolestaan on menetelmä, jolla voidaan selvittää mm. vahanäytteen faasinmuutoksia.

Pintaprofilometrillä voidaan selvittää tutkittavan kappaleen pinnan rakenne hyvin tarkasti. Puukappaleiden pintaominaisuuksia voidaan tutkia myös esim. kontaktikulmamittauksilla, jolla saadaan tietoa mm. puupinnan aktiivisuudesta jolla on suuri merkitys esimerkiksi liimauksessa ja pintakäsittelyssä.

SEM-EDS (scanning electron microscope/energy dispersive X-ray spectroscopy) on elektronimikroskooppi, jolla näytteen kuvaamisen lisäksi mahdollista tehdä alkuaineanalyysi testattavasta näytteestä.



Vahan ja väripigmenttien
sekoittuvuutta tutkittiin
pienen mittakaavan
seoskokeilla.



Termogravimetrisella analyysillä (TGA) tutkittiin vahan termisiä ominaisuuksia,
esimerkiksi käyttäytymistä lähestyttäessä oletettua leimahduspiirteä.

PUULABORATORIO:

SOVELTAVAA PUUTUTKIMUSTA JA TUTKIMUSPALVELUITA YRITYKSILLE

Mamkin puulaboratoriossa on monipuolinen laitekanta. Edellä esitellyn kuumakyllästyslaitteiston ja siihen läheisesti liittyvien tutkimuslaitteiden lisäksi käytettävissä on mm. monipuolinen puuntyöstöhalli (höylät, sahat, hiomakoneet, puristimet), kaksi CNC-laitteistoa (5- ja 3-akselinen), perinteinen painekyllästyslaitteisto sekä monipuolinen sahatavaran kamarikuivaamo (4.2 x 1.2 x 1.0 m), jossa voidaan tehdä perinteisen kuivauksen lisäksi alipaine-, suurjakso- ja yhdistelmäkuivausprosesseja.

Tutkimushankkeiden lisäksi Puulaboratorio tarjoaa tutkimus- ja testauspalveluita puutuoteteollisuuden yritysille.



Julkaisija: Mikkelin Ammattikorkeakoulu

Julkaisusarja: D Vapaamuotoisia julkaisuja | Freeform Publications | 79